

Fiche professeur

Thème du programme : **Observer. Couleurs et images**

Sous-thème : **Sources de lumière colorée**

Loi de Wien

Type d'activité : Activité documentaire

Conditions de mise en œuvre : A travers l'histoire de l'étude du rayonnement du corps noir par Stefan, Wien et Planck, il s'agit d'introduire la loi de Wien.

Pré-requis :

- Connaître les différents domaines du spectre électromagnétique.
- Connaître la quantification des niveaux d'énergie de la matière.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPETENCES ATTENDUES
Couleur des corps chauffés. Loi de Wien.	Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée.

Compétences transversales : (préambule du programme et socle commun)

- Rechercher, extraire, organiser des informations utiles.
- Raisonner, argumenter, démontrer.
- Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus, communiquer à l'aide d'un langage adapté.
- Histoire des Sciences

Le tracé des courbes pourra être réalisé avec un logiciel et permettre ainsi à l'enseignant de valider certaines compétences informatiques dans le cadre du B2i.

Mots clés de recherche : loi de Wien, spectre, ondes électromagnétiques, longueur d'onde, rayonnements, étoiles

Provenance : Académie de Strasbourg

Adresse du site académique : <http://www.ac-strasbourg.fr/disciplines/physchim>

Le rayonnement du corps noir

Lorsqu'on s'intéresse au rayonnement émis par un corps, il faut étudier sa composition chimique, sa température, sa pression, et toute autre donnée physico-chimique définissant l'objet. Dans le cas théorique d'un objet parfaitement opaque, dont la température ne varie pas et parfaitement isolé, son rayonnement électromagnétique pourra être déterminé en connaissant seulement sa température. Les scientifiques Josef Stephan, Wilhelm Wien et Max Plank ont déterminé trois lois associées à ce rayonnement de corps noir.



Max Planck (1858 – 1947)

Max Planck était un physicien allemand connu pour ses travaux en mécanique quantique, pour lesquels il obtiendra le prix nobel de Physique en 1918.

Après avoir étudié la thermodynamique, il s'intéresse au rayonnement du corps noir. Influencé par Boltzmann, il va établir une loi de répartition de l'énergie du rayonnement en fonction de la longueur d'onde (1900). Cette loi a pour avantage d'unifier les travaux de Rayleigh/Jeans et ceux de Wien.



Wilhelm Wien (1864 – 1928)

Whilelm Wien était un physicien allemand, célèbre pour ses travaux sur les lois du rayonnement et de la chaleur. En 1893, il découvre que la distribution des spectres du corps noirs passent par un maximum. Il observe que la longueur d'onde de ce maximum est inversement proportionnelle à sa température, c'est la fameuse loi de Wien. Il obtiendra le prix nobel de Physique en 1911 pour ses travaux.



Josef Stefan (1835 – 1893)

Josef Stefan était un physicien slovène connu pour son étude du rayonnement du corps noir. En 1879 il publie un article où il énonce une loi (appelée loi de Stefan-Boltzmann), qui relie l'énergie du rayonnement par unité de surface et la température, mais ce n'est que plusieurs années après que cette loi fut démontrée théoriquement par Ludwig Boltzmann, l'élève de J. Stefan. Cette loi aura un impact important en astrophysique, notamment dans l'étude des étoiles, notamment le Soleil puisque Stefan en déterminera la température de surface (5430 °C).

La loi de Wien

En étudiant le rayonnement de corps de nombreux objets à différentes températures, Wilhelm Wien a remarqué que la longueur d'onde correspondante au maximum de rayonnement était inversement proportionnelle à la température du corps noir. Il établit alors la célèbre loi :

$$\lambda_{\max} = \frac{\sigma_w}{T}$$

Où σ_w est une constante égale à $2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$ ou $2,898 \cdot 10^6 \text{ nm.K}$

2

Des physiciens ont calculé les puissances émises par m^2 des corps noirs à différentes longueurs d'onde en fonction de la température du corps noir considéré. Les valeurs sont regroupées dans le tableau 1 (document en annexe), puis ils ont construit les courbes correspondantes.

La même démarche a été réalisée pour le soleil, les valeurs sont regroupées dans le tableau 2.

Quelle est la température du soleil ?

1. Chercher la définition d'un corps noir.
2. Tracer, sur le même graphique, les trois courbes correspondant aux températures données.
3. Les maxima des courbes obtenues ne correspondent pas tous à une seule et même longueur d'onde (ils semblent se décaler), était-ce prévisible ?
4. Vérifier pour chacune d'elle la validité de la loi de Wien.
5. Proposer une première méthode rapide pour déterminer l'ordre de grandeur de la température du soleil.
Quelle est cette valeur ?
6. Proposer une seconde méthode, en utilisant les données fournies, pour déterminer plus précisément cette valeur.

7. Comparer la valeur obtenue à celle donnée dans l'introduction. La méthode utilisée vous paraît-elle fiable ?
8. Peut-on affirmer que le soleil émet son énergie **essentiellement** dans le domaine du visible ? Justifier votre réponse.
9. Le Soleil est-il un véritable corps noir ? Peut-on le considérer comme un corps noir ? Justifier.

Annexes

Tableau 1

longueur d'onde (nm)	pour 4000 K	pour 5000 K	pour 6000 K
300	0,04	0,34	1,66
325			
350	0,08	0,61	2,41
375			
400	0,15	0,88	2,91
420			
450	0,22	1,08	3,15
470			
500	0,29	1,21	3,18
550	0,34	1,27	3,07
600	0,38	1,28	2,87
700	0,42	1,18	2,39
800	0,41	1,02	1,91
900	0,38	0,86	1,51
1000	0,34	0,71	1,19
1100	0,29	0,58	0,94
1200	0,25	0,48	0,75

Tableau 2

longueur d'onde (nm)	Soleil
300	0,32
325	0,76
350	1,60
375	2,06
400	
420	3,53
450	3,70
470	3,71
500	3,62
550	3,35
600	3,01
700	2,17
800	1,59
900	
1000	0,99
1100	0,79
1200	0,65

2

Les tableaux ci-dessous donnent les puissances émises par m^2 en fonction des longueurs d'onde :

Tableau 1: Pour des corps noirs à 4000 K, 5000 K et 6000 K.

Tableau 2: Pour le Soleil.

Les longueurs d'onde sont données en nanomètres (nm).

Les puissances émises sont données en $\pi \times 10^{13} \text{ W.m}^{-2} \text{ m}^{-1}$.

Graphes obtenus.

Tableau 1.

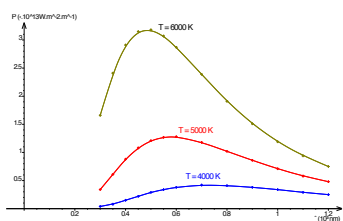


Tableau 2.

